

Procédé et dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique de véhicule automobile

5 La présente invention concerne un procédé et un système d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile.

10 L'estimation de la masse d'oxydes d'azote stockée dans un tel dispositif de piégeage catalytique est notamment utile pour gérer la régénération du dispositif de piégeage catalytique, en alimentant le moteur avec un mélange plus riche en carburant lors d'une phase de régénération dudit dispositif.

15 En effet, afin de répondre à la baisse des seuils admis pour les émissions de gaz polluants des véhicules automobiles, un dispositif de piégeage catalytique peut être disposé dans la ligne d'échappement du moteur. Contrairement à un catalyseur d'oxydation traditionnel, le dispositif de piégeage catalytique fonctionne de façon discontinue,
20 c'est-à-dire qu'en fonctionnement nominal en mélange pauvre en carburant, le dispositif catalytique piège les oxydes d'azote, mais ne les traite pas. Pour régénérer le dispositif de piégeage catalytique, le moteur doit fonctionner en mélange riche en carburant pendant une
25 courte période de régénération du dispositif, afin que les hydrocarbures imbrûlés et les monoxydes de carbone alors émis en grande quantité réduisent les oxydes d'azote stockés.

30 Pour optimiser le traitement de l'ensemble des polluants, il est nécessaire de gérer au mieux les phases de stockage et de régénération du piège. Il est notamment nécessaire d'estimer au cours du temps la quantité d'oxydes d'azote stockée, ou du moins l'efficacité de stockage en oxydes d'azote du dispositif de piégeage, pendant le fonctionnement nominal du moteur en mélange pauvre en carburant.

Le brevet DE 199 07 382 porte sur l'estimation de la température d'un dispositif de piégeage d'oxydes d'azote à partir de la température des gaz en amont du dispositif de piégeage. Toutefois, il n'est pas utilisé pour estimer les quantités d'oxydes d'azotes adsorbés, ni les efficacités de stockage et de purge.

L'invention a pour but, au vu de ce qui précède, de proposer une solution qui permette d'estimer la masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, de manière plus précise que dans les méthodes connues.

Le procédé selon l'invention permet d'estimer une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, traversé par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, comportant une unité de contrôle électronique. Dans ce procédé, on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités. De plus, on combine un modèle thermique, permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique, des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur.

Les propriétés d'adsorption d'oxydes d'azote de la phase catalytique sont très fortement liées à la température des sites d'adsorption. La combinaison d'un modèle d'adsorption se basant sur l'état thermique de la phase catalytique à un modèle thermique permet d'améliorer efficacement les estimations.

Dans un mode de mise en œuvre préféré, on effectue une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i ($i=1$ à n) étant une fonction prédéterminée de la température de la

phase catalytique du réacteur individuel i. Ladite capacité de stockage est une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i, le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique, et son empoisonnement au soufre.

5 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on calcule la masse d'oxydes d'azote adsorbée instantanément (dNS_i/dt) par le dispositif de piégeage catalytique de chaque réacteur individuel i ($i=1$ à n) au moyen de la relation suivante :

$$\frac{dNS_i}{dt} = NOx_i * Eff_i$$

10 dans laquelle :

NOx_i : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du réacteur individuel i, en g/s, NOx_1 calculé ;

Eff_i : efficacité de stockage instantanée dans le réacteur individuel i, fonction prédéterminée de NS_i/NSC_i et de T_i , obtenue par bouclage du calcul de NS_i/NSC_i ;

15 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i, en g ;

NSC_i : masse maximale d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i, en g

20 T_i : température de la phase catalytique en entrée du réacteur individuel i, calculée par le modèle thermique, en K.

Dans un mode de mise en œuvre préféré, on calcule la masse d'oxydes d'azote (NS_i) présente dans le réacteur individuel i depuis la fin de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique au moyen de la relation suivante :

$$NS_i = \int_{t_0}^t \left(\frac{dNS_i}{dt} \right) dt + NS_i(t_0)$$

dans laquelle :

intervalle t_0 à t : intervalle de temps entre la fin (t_0) de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique et l'instant présent (t), en s ; et

30 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i, en g.

NS_i(t₀) : masse estimée d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i à l'instant t₀ correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1), en g.

5 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on calcule la masse totale (NS) d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique au moyen de la relation suivante :

$$NS = \sum_{i=1}^n NS_i$$

dans laquelle :

10 NS : masse totale d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique, en g ; et

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur individuel i, en g.

15 Dans un mode de mise en œuvre préféré, on calcule le débit d'oxydes d'azote non traités quittant le dernier réacteur n, au moyen de la relation suivante :

$$NOx_{\text{sortie échappement}} = NOx_n * (1 - Eff_n)$$

dans laquelle :

20 NOx_{sortie échappement} : débit massique d'oxydes d'azote non traités, en sortie d'échappement après traversée du dispositif de piégeage catalytique, en g/s ;

NOx_n : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du dernier réacteur n, en g/s ; et

25 Eff_n : efficacité de stockage instantanée dans le dernier réacteur n.

30 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en un nombre de réacteurs individuels successifs parfaitement agités compris entre 1 et 6.

Le dispositif selon l'invention permet d'estimer d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par

les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, comportant une unité de contrôle électronique. Le dispositif comprend en outre :

- 5 - des moyens pour discrétiser la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités ; et
- 10 - des moyens pour estimer la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique en combinant un modèle thermique permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des
15 températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

Dans un mode de réalisation préféré, le dispositif comprend des moyens pour effectuer une correction sur la capacité de stockage du
20 dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i . Ladite correction est une fonction prédéterminée de la température d'entrée du réacteur individuel i , et ladite capacité de stockage est une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i , le
25 vieillissement du dispositif de piégeage catalytique, et son empoisonnement au soufre.

Une application particulièrement intéressante de l'invention consiste à régénérer périodiquement un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement d'un
30 moteur à combustion interne à mélange pauvre de véhicule automobile comportant une unité de contrôle électronique. On estime la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique au moyen du procédé selon l'invention, ou avec un dispositif selon

l'invention, qui sera une donnée d'entrée d'un dispositif de gestion des phases de régénération du dispositif catalytique.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 est un diagramme illustrant un réacteur individuel selon l'invention ; et
- la figure 3 est un diagramme illustrant un dispositif discrétisé selon l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté l'architecture générale d'un système d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique 1 d'oxydes d'azote traversé par des gaz d'échappement 2 d'un moteur 3 à combustion interne de véhicule automobile 4, alimenté en mélange pauvre en carburant, comportant une unité de contrôle électronique 5. L'unité de contrôle électronique 5 est connectée avec le dispositif de piégeage catalytique 1, et avec le moteur 3.

Le moteur 3 rejette des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement 2. Ces gaz d'échappement traversent le dispositif de piégeage catalytique 1 qui va stocker une partie des oxydes d'azote contenus dans les gaz d'échappement. Ces gaz sont ensuite rejetés dans l'atmosphère. L'unité électronique de calcul est reliée à des moyens de commande du moteur 3 permettant de faire fonctionner le moteur 3 en mélange riche en carburant comme moyen de régénération du dispositif de piégeage catalytique 1.

La figure 2 représente un réacteur individuel 6 parfaitement agité de rang i appartenant à la discrétisation du dispositif de piégeage catalytique 1 en n réacteurs individuels parfaitement agités, pour un modèle d'adsorption, selon l'invention. On décrit ici, à titre d'exemple, un modèle thermique permettant de calculer à partir de certaines données en entrée la température de sortie sur un réacteur

individuel. On peut également prendre un autre modèle thermique valable. Ce modèle utilise également une discrétisation du dispositif catalytique en réacteurs individuels, indépendante de la discrétisation du modèle d'adsorption. Ce modèle thermique permet de calculer la température de sortie d'un réacteur individuel de rang k du modèle thermique correspondant à l'entrée d'un réacteur individuel de rang i du modèle d'adsorption. Le réacteur individuel de rang k du modèle thermique est choisi de manière à ce que sa température en sortie soit celle du réacteur de rang i du modèle d'adsorption, en d'autres termes de manière à ce qu'une partie de la phase catalytique de ces deux réacteurs individuels soit commune.

En entrée du réacteur individuel 7 de rang k du modèle thermique, ledit modèle thermique pris à titre d'exemple utilise le débit massique Q_g des gaz d'échappement, dont la valeur est amenée sur l'entrée 8 du réacteur 7, la température T_{k-1} arrivant sur l'entrée 9 dudit réacteur individuel 7 de rang $k-1$. La température T_{ext} mesurée sous le capot moteur et amenée à l'entrée 10, la vitesse du véhicule amenée sur l'entrée 11, et les concentrations des substances contenues dans les gaz d'échappement en entrée du dispositif de piégeage catalytique 1 sont amenées sur l'entrée 12. Le modèle thermique permet de calculer la température T_k de sortie 13 du réacteur individuel 7 de rang $k-1$, qui sert de température d'entrée T_i du réacteur individuel 6 de rang i pour le modèle d'adsorption, la valeur de T_k égale à T_i étant amenée par la connexion 13.

Le modèle d'adsorption utilise, en entrée d'un réacteur individuel 6 de rang i dudit modèle d'adsorption, la température en entrée T_i , amenée sur l'entrée 13, le débit massique NOx_i d'oxydes d'azote amené sur l'entrée 14, un facteur correctif comme la vitesse volumique horaire VVH_i sur l'entrée 15, et d'éventuelles autres corrections, comme le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique 1 ou le niveau d'empoisonnement au soufre sur l'entrée 16. En effet, le vieillissement thermique du dispositif de piégeage catalytique se traduit par une diminution irréversible de la surface spécifique d'échange accessible aux gaz. Le vieillissement thermique impacte donc l'adsorption des

oxydes d'azote ainsi que la réduction de ces oxydes d'azote lors des phases de régénération du dispositif. des modifications irréversibles de la phase active en contact avec les gaz d'échappement, comme le frittage des métaux précieux, et de modifications irréversibles de la structure poreuse à base d'alumine, comme le frittage de l'alumine. De plus, la phase catalytique est sensible à l'empoisonnement par le soufre, car les oxydes de soufre Sox, entrant en compétition avec les oxydes d'azote NOx, viennent se fixer sur les sites actifs de la phase catalytique. Ces oxydes de soufre ne sont pas réduits ou désorbés lors des phases de régénération des NOx, il faut effectuer une régénération spécifique par désorption thermique en présence de réducteurs. Un bloc 17 calcule alors la masse maximale, NSC_i d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i 6, en sortie 18 du bloc 17. Cette masse maximale NSC_i dépend notamment de la température dans le réacteur de rang i, et de la vitesse volumique horaire et la composition du gaz. Un bloc 19 calcule le rapport NS_i/NSC_i en oxydes d'azotes du réacteur individuel 6 de rang i en sortie 20 du bloc 19, ainsi que la masse NS_i d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i 6 en sortie 21 du bloc 19. Le bloc 19 effectue ces calculs au moyen de l'entrée 18 NSC_i, et de l'entrée 22 représentant la quantité d'oxydes d'azote adsorbée instantanément dNS_i/dt par le réacteur i 6. La quantité d'oxydes d'azote adsorbée instantanément dNS_i/dt par le réacteur i 6 est calculée par un bloc 23. Le modèle d'adsorption comprend un bouclage du rapport NS_i/NSC_i en oxydes d'azotes du réacteur individuel 6 de rang i du bloc 19 sur le bloc 23 par la connexion 20. La masse NSC_i du réacteur individuel 6 de rang i est une fonction prédéterminée de T_i. Le bloc 23 calcule également, en sortie 24, l'efficacité Eff_i de stockage instantanée d'oxydes d'azote dans le réacteur individuel 6 de rang i, comme une fonction prédéterminée du rapport NS_i/NSC_i et de T_i. Un bloc 25 calcule alors le débit massique d'oxydes d'azote NOx_{i+1} en sortie 26 du réacteur individuel 6 de rang i, qui sera le débit massique en entrée du réacteur de rang i+1. Ce calcul, effectué par le bloc 25 au moyen de la formule $(1 - \text{Eff}_i) * \text{NOx}_i$ qui prend en entrée l'efficacité Eff_i de stockage

instantanée d'oxydes d'azote et le débit massique NOx_i d'oxydes d'azote. Le modèle d'adsorption permet de calculer le débit massique d'oxydes d'azote NOx_{i+1} en sortie 26 du réacteur individuel 6 de rang i , qui sera une entrée du modèle d'adsorption pour le réacteur individuel de rang $i+1$. La valeur NOx_1 du débit massique d'oxydes d'azote en entrée du premier réacteur et la vitesse volumique horaire VVH_i sont calculées au moyen de modèles connus ou mesurées. La quantité d'oxydes d'azote instantanément adsorbée par le réacteur individuel 6 de rang i dNS_i/dt est calculée au moyen du produit $\text{NOx}_i * \text{Bff}_i$. On en déduit ensuite la masse d'oxydes d'azote NS_i stockée dans le réacteur individuel 6 de rang i en intégrant la masse adsorbée instantanément dNS_i/dt sur l'intervalle de temps entre la fin de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique et l'instant présent et en y ajoutant la masse estimée d'oxydes d'azote $\text{NS}_i(t_0)$ présente dans le réacteur i à l'instant t_0 correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1).

Au final, on a calculé la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique 1 en sommant les masses d'oxydes d'azote NS_i présentes dans chaque réacteur individuel 6 de rang i , pour i allant de 1 à n : $\text{NS} = \sum_{i=1}^n \text{NS}_i$. On peut également calculer le débit massique d'oxydes d'azote non traités par le dispositif de piégeage catalytique 1.

La figure 3 représente un dispositif discrétisé selon l'invention, en trois réacteurs individuels successifs parfaitement agités, à savoir le réacteur 27 de rang 1, le réacteur 28 de rang 2, et le réacteur 29 de rang 3. Chaque réacteur de rang i se comporte comme cela est expliqué dans la figure 2. Nous avons en entrée 30 le débit massique d'oxydes d'azote $\text{NOx}_{\text{moteur}}$ en sortie du moteur 3, qui est le débit massique d'oxydes d'azote NOx_1 en entrée 30 du premier réacteur 27. On calcule alors la masse d'oxydes d'azote NS_1 , en sortie 31, stockée dans le premier réacteur 27, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_2 en sortie 32 du premier réacteur 27 et en entrée 32 du

deuxième réacteur 28. De même, on calcule la masse d'oxydes d'azote NS_2, en sortie 33, stockée dans le deuxième réacteur 28, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_3 en sortie 34 du deuxième réacteur 28 et en entrée 34 du troisième réacteur 29. Puis, on calcule la masse
5 d'oxydes d'azote NS_3, en sortie 35, stockée dans le troisième réacteur 29, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_4 en sortie 36 du troisième réacteur 29 soit le débit massique d'oxydes d'azote NOx_sortie_échappement en sortie 36 du dispositif de piégeage catalytique 1. Nous avons donc calculé le débit massique d'oxydes
10 d'azote NOx_sortie_échappement en sortie 36 du dispositif de piégeage catalytique 1 et il suffit de sommer NS_1, NS_2, et NS_3 pour obtenir la quantité totale cumulée dans le dispositif de piégeage catalytique 1 depuis la fin de la dernière phase de régénération dudit dispositif.

15 L'invention permet d'estimer la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique de manière précise, en tenant compte simultanément d'un modèle thermique et d'un modèle d'adsorption dans le dispositif de piégeage catalytique.

20 L'invention permet également d'estimer avec précision le débit massique d'oxydes d'azote en sortie du dispositif de piégeage catalytique.

25 L'invention permet en outre de commander la régénération du dispositif de piégeage catalytique par fonctionnement du moteur en mélange riche en carburant pendant une courte durée prédéterminée, à partir de l'estimation de la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique, et de sa comparaison avec une valeur prédéterminée.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4) comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé par le fait que :

- on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en plusieurs (n) réacteurs individuels (6, 7) successifs parfaitement agités ; et
- on combine un modèle thermique, permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on effectue une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i ($i=1$ à n) étant une fonction prédéterminée de la température de la phase catalytique du réacteur individuel i , ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i , le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote adsorbée instantanément (dNS_i/dt) par le dispositif de piégeage catalytique (1) de chaque réacteur individuel i ($i=1$ à n) au moyen de la relation suivante :

$$\frac{dNS_i}{dt} = NOx_i * Eff_i$$

dans laquelle :

- NOx_i : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du réacteur individuel i, en g/s, NOx_1 calculé ;
- 5 Eff_i : efficacité de stockage instantanée dans le réacteur individuel i, fonction prédéterminée de NS_i/NSC_i et de T_i, obtenue par bouclage du calcul de NS_i/NSC_i ;
- NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i, en g ;
- 10 NSC_i : masse maximale d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i, en g
- T_i : température de la phase catalytique en entrée du réacteur individuel i, calculée par le modèle thermique, en K.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote (NS_i) présente dans le réacteur individuel i au moyen de la relation suivante :

$$NS_i = \int_{t_0}^t \left(\frac{dNS_i}{dt} \right) dt + NS_i(t_0)$$

dans laquelle :

- intervalle t₀ à t : intervalle de temps entre la fin (t₀) de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique (1) et l'instant présent (t), en s ; et
- 20 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i, en g.
- NS_i(t₀) : masse estimée d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i à l'instant t₀ correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1), en g.
- 25

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on calcule la masse totale (NS) d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1) au moyen de la relation suivante :
- 30

$$NS = \sum_{i=1}^n NS_i$$

dans laquelle :

NS : masse totale d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1), en g ; et

5 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur individuel i, en g.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on calcule le débit d'oxydes d'azote non traités quittant le dernier réacteur n, au moyen de la relation suivante :

10
$$NOx_{\text{sortie échappement}} = NOx_n * (1 - Eff_n)$$

dans laquelle :

NOx_{sortie échappement} : débit massique d'oxydes d'azote non traités, en sortie d'échappement après traversée du dispositif de piégeage catalytique (1), en g/s ;

15 NOx_n : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du dernier réacteur n, en g/s ; et

Eff_n : efficacité de stockage instantanée dans le dernier réacteur n.

20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en un nombre de réacteurs individuels successifs parfaitement agités compris entre 1 et 6.

25 8. Dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4), comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé en ce qu'il comprend :

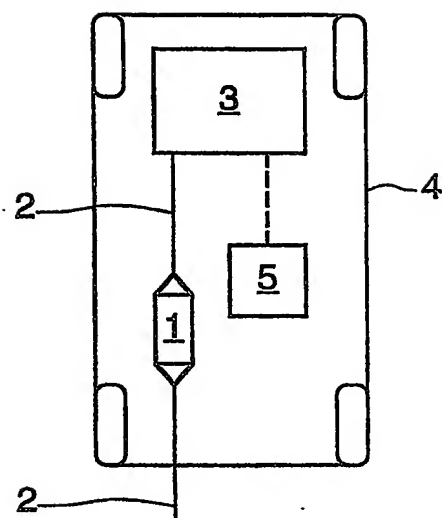
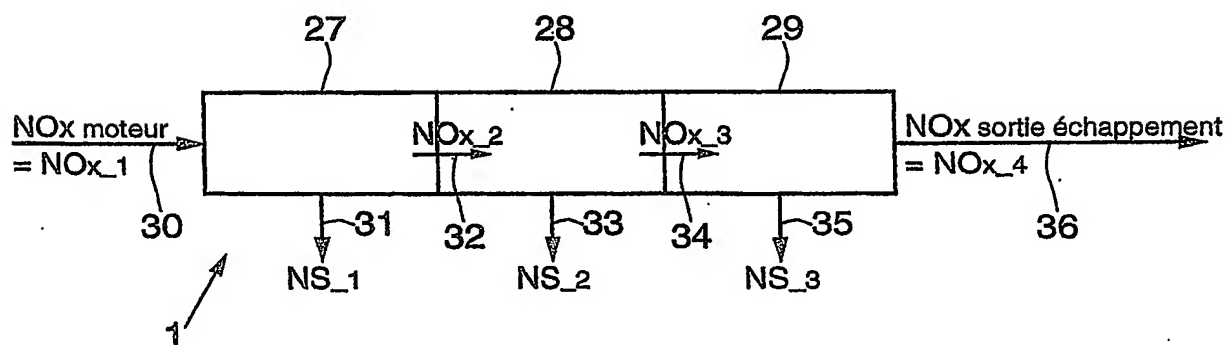
- 30
- des moyens pour discrétiser la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités ; et
 - des moyens pour estimer la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en combinant un modèle

thermique permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour effectuer une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i , ladite correction étant une fonction prédéterminée de la température d'entrée du réacteur individuel i , et ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i , le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

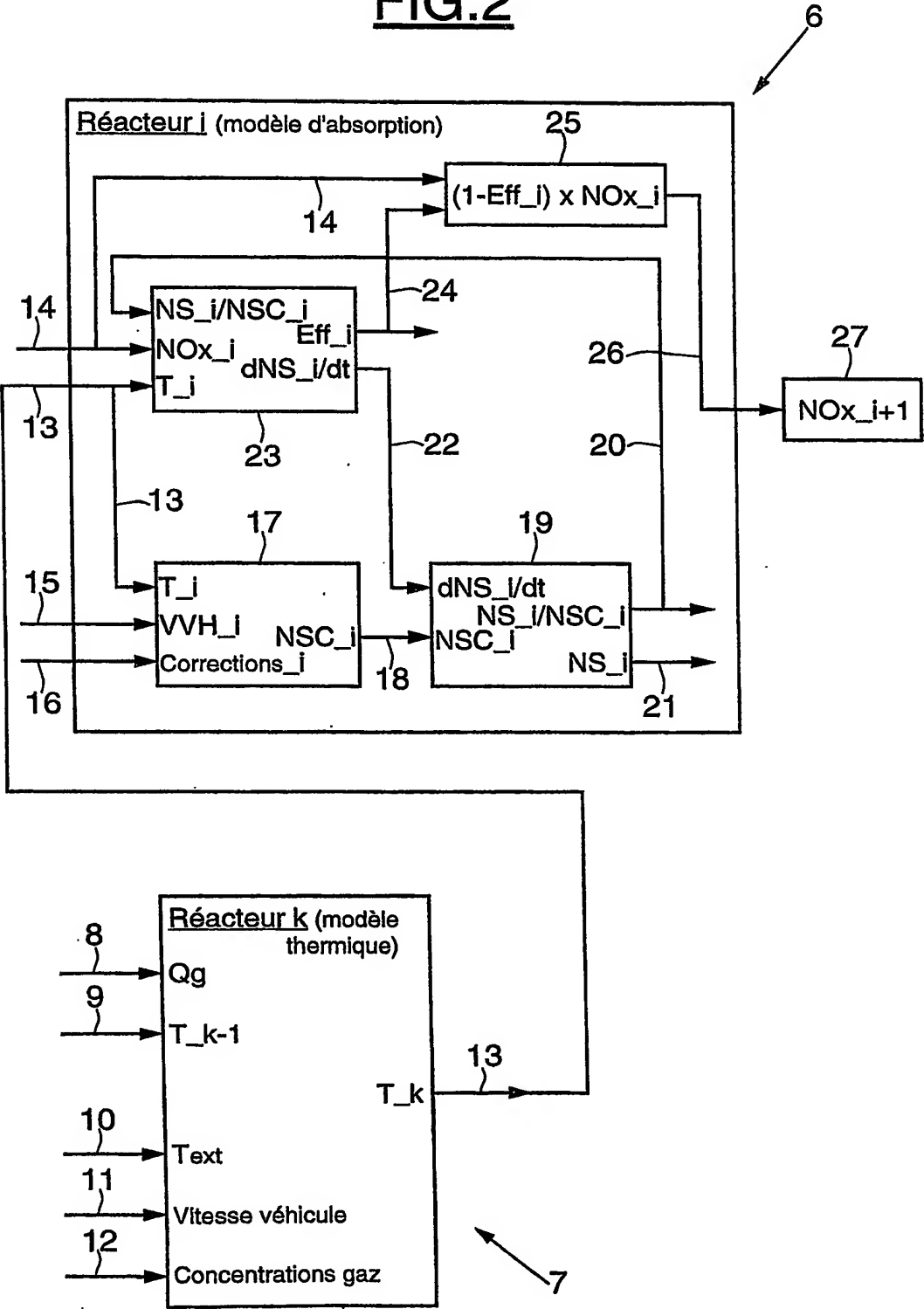
10. Procédé de régénération périodique d'un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4) comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé par le fait que l'on estime la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) au moyen du procédé selon les revendications 6 ou 7, ou avec un dispositif selon les revendications 8 ou 9.

1/2

FIG.1FIG.3

2/2

FIG.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/001615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01N3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/00972 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 4 January 2001 (2001-01-04) claims 1-3; figures	1,7,8
A	DE 199 07 382 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 24 August 2000 (2000-08-24) cited in the application claims 1-8; figure	1,8
A	WO 01/00977 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 4 January 2001 (2001-01-04)	
A	WO 99/36689 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 22 July 1999 (1999-07-22)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 2004

Date of mailing of the international search report

07/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR2004/001615

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0100972	A	04-01-2001	DE 19929292 A1 CN 1358254 T DE 50006166 D1 WO 0100972 A1 EP 1194683 A1 JP 2003503622 T	28-12-2000 10-07-2002 27-05-2004 04-01-2001 10-04-2002 28-01-2003
DE 19907382	A	24-08-2000	DE 19907382 A1	24-08-2000
WO 0100977	A	04-01-2001	DE 19929293 A1 AT 252686 T DE 50004174 D1 WO 0100977 A1 EP 1196684 A1	28-12-2000 15-11-2003 27-11-2003 04-01-2001 17-04-2002
WO 9936689	A	22-07-1999	DE 19801815 A1 DE 59806001 D1 WO 9936689 A1 EP 1049861 A1	22-07-1999 21-11-2002 22-07-1999 08-11-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR2004/001615

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F01N3/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F01N F02D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01/00972 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 4 janvier 2001 (2001-01-04) revendications 1-3; figures	1,7,8
A	DE 199 07 382 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 24 août 2000 (2000-08-24) cité dans la demande revendications 1-8; figure	1,8
A	WO 01/00977 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 4 janvier 2001 (2001-01-04)	
A	WO 99/36689 A (VOLKSWAGENWERK AG ; POTT EKKEHARD (DE)) 22 juillet 1999 (1999-07-22)	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 décembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/12/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Sideris, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Requête internationale No

PCT/FR2004/001615

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0100972	A	04-01-2001	DE 19929292 A1	28-12-2000
			CN 1358254 T	10-07-2002
			DE 50006166 D1	27-05-2004
			WO 0100972 A1	04-01-2001
			EP 1194683 A1	10-04-2002
			JP 2003503622 T	28-01-2003
DE 19907382	A	24-08-2000	DE 19907382 A1	24-08-2000
WO 0100977	A	04-01-2001	DE 19929293 A1	28-12-2000
			AT 252686 T	15-11-2003
			DE 50004174 D1	27-11-2003
			WO 0100977 A1	04-01-2001
			EP 1196684 A1	17-04-2002
WO 9936689	A	22-07-1999	DE 19801815 A1	22-07-1999
			DE 59806001 D1	21-11-2002
			WO 9936689 A1	22-07-1999
			EP 1049861 A1	08-11-2000